

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-267743

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

G01H 3/00

B41J 29/08

G01H 3/08

G03G 21/00

(21)Application number : 09-071088

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 25.03.1997

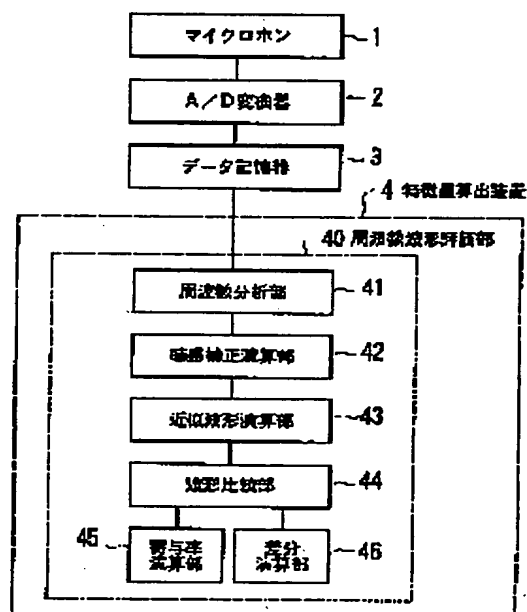
(72)Inventor : KUROSAWA YUMIKO

(54) TONE QUALITY EVALUATING DEVICE AND ITS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To evaluate a human sensible noisy degree of a noise caused by a copying machine and a printer as tone quality.

SOLUTION: A noise signal obtained by a microphone 1, an analog/digital converter 2 and a data memory 3 is inputted into a feature quantity computing device 4. In a frequency wave form evaluating section 40, a frequency analysis section 41 carries out the frequency analysis of the noise signal and outputs a frequency wave form to show a relation between the frequency and a sound pressure level, and an acoustic sense compensation computing section 42 compensates an acoustic sense to the frequency wave form, and an approximate wave form computing section 43 carries out a regression analysis through a quadratic equation to a frequency axis where the frequency wave form is converted into a logarithm and outputs an approximate wave form. A wave form comparison section 44 compares the frequency wave form with the approximate wave form, and a contribution rate computing section 45 obtains the contribution rate of an approximate wave form, and a difference computing section 46 obtains a difference on the comparison result of the wave form comparison section 44. The smoothness of the frequency wave form is made quantitative by the contribution rate and the difference to make the estimation of tone quality possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-267743

(43)公開日 平成10年(1998)10月9日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
G 0 1 H 3/00		G 0 1 H 3/00	A
B 4 1 J 29/08		B 4 1 J 29/08	Z
G 0 1 H 3/08		G 0 1 H 3/08	
G 0 3 G 21/00	5 3 0	G 0 3 G 21/00	5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-71088

(22)出願日 平成9年(1997)3月25日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 黒澤 由美子

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

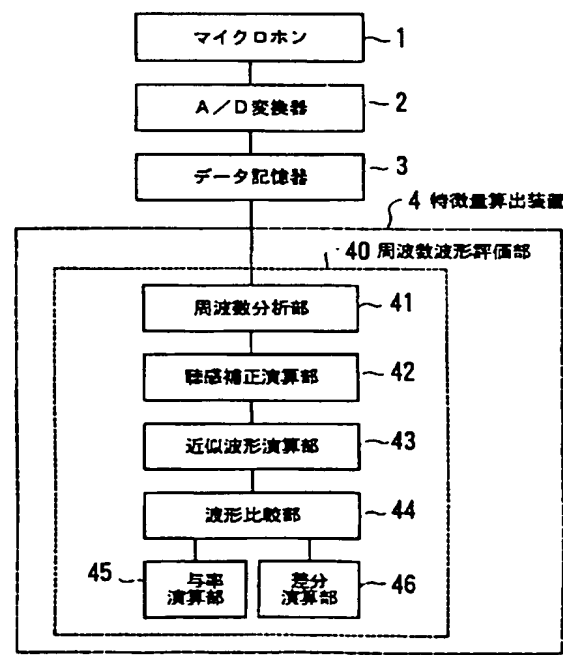
(74)代理人 弁理士 服部 毅巖

(54)【発明の名称】 音質評価装置および音質評価方法

(57)【要約】

【課題】 複写機やプリンタの騒音の人が感じるうるさを音質として評価することを目的とする。

【解決手段】 マイクロホン1、A/D変換器2およびデータ記憶器3により得られた騒音の信号は特徴量算出装置4に入力される。周波数波形評価部40では、周波数分析部41が騒音の信号を周波数分析して周波数と音圧レベルとの関係を表す周波数波形を出力し、聴感補正演算部42がその周波数波形に対し聴感補正をし、近似波形演算部43では周波数波形を対数に変換した周波数軸に対して2次式で回帰分析し、近似波形を出力する。波形比較部44は周波数波形と近似波形とを比較し、寄与率演算部45で近似波形の寄与率を求め、差分演算部46では波形比較部44の比較結果に基づき差分を求める。これら寄与率および差分により周波数波形のなめらかさが定量化され、音質評価が可能になる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 騒音の音質を物理量で評価する音質評価装置において、

評価対象とする音を採取して電気信号に変換する評価対象音取得手段と、

前記電気信号を周波数分析して得られる周波数波形からそのなめらかさを定量化する周波数波形評価手段と、を備えていることを特徴とする音質評価装置。

【請求項2】 前記周波数波形評価手段は、前記電気信号を周波数分析して周波数波形を出力する周波数分析手段と、周波数波形の近似波形を算出する近似波形演算手段と、前記周波数分析手段から出力される周波数波形と前記近似波形演算手段から算出される近似波形とを比較評価する波形比較手段とを有することを特徴とする請求項1記載の音質評価装置。

【請求項3】 前記周波数波形評価手段は、前記周波数分析手段にて周波数分析された周波数波形を聴感特性に基づいて聴感補正を行う聴感補正演算手段をさらに有することを特徴とする請求項2記載の音質評価装置。

【請求項4】 前記近似波形演算手段は、前記周波数分析手段より出力された周波数波形を対数に変換した周波数軸に対して2次式で回帰分析する2次近似波形演算を行うことを特徴とする請求項2記載の音質評価装置。

【請求項5】 前記周波数分析手段は、オクターブバンド分析を行い、オクターブバンドの中心周波数および音圧レベルを周波数波形として出力することを特徴とする請求項2記載の音質評価装置。

【請求項6】 前記波形比較手段は、前記近似波形演算手段において出力される近似波形の寄与率を演算する寄与率演算手段を有することを特徴とする請求項2記載の音質評価装置。

【請求項7】 前記波形比較手段は、前記周波数分析手段より出力される周波数波形と前記近似波形演算手段から算出される近似波形との差分を演算する差分演算手段をさらに有することを特徴とする請求項2記載の音質評価装置。

【請求項8】 騒音の音質を物理量で評価する音質評価方法において、

評価対象とする音を採取して電気信号に変換し、前記電気信号を周波数分析し、周波数分析により得られた周波数波形からそのなめらかさを定量化する、ことからなる音質評価方法。

【請求項9】 前記なめらかさを定量化するステップは、周波数波形の近似波形を算出する近似波形演算ステップと、前記周波数分析ステップにて出力された周波数波形と前記近似波形演算ステップにて算出された近似波形とを比較評価する波形比較ステップとを有することを特徴とする請求項8記載の音質評価方法。

【請求項10】 前記なめらかさを定量化するステップ

2

は、前記周波数分析ステップにて出力された周波数波形に対し聴感特性に基づいた聴感補正を行う聴感補正演算ステップをさらに有することを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項11】 前記近似波形演算ステップは、前記周波数分析ステップより出力された周波数波形を対数に変換した周波数軸に対して2次式で回帰分析することを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項12】 前記周波数分析ステップは、オクターブバンド分析を行い、オクターブバンドの中心周波数および音圧レベルを周波数波形として出力することを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項13】 前記波形比較ステップは、前記近似波形演算ステップより出力される近似波形の寄与率を演算する寄与率演算ステップを有することを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項14】 前記波形比較ステップは、前記周波数分析ステップより出力される周波数波形と前記近似波形演算ステップにて算出される近似波形との差分を演算する差分演算ステップを有することを特徴とする請求項10記載の音質評価方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は音質評価装置および音質評価方法に関し、特に複写機やプリンタなどのオフィス機器から発生する騒音の周波数波形のなめらかさを音質として評価する音質評価装置および音質評価方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、環境へのやさしさの観点から、騒音問題への関心が高まってきており、オフィス機器に対しても騒音低減の要望が高まってきている。従来、騒音のうるさを評価する方法として、等価騒音レベル（JIS Z 8731）が一般的に用いられている。しかしながら、等価騒音レベルは、複写機やプリンタなどのオフィス機器から発生する騒音の心理的なうるささとの相関があまり良くないことが知られている。

【0003】これは、人が複写機やプリンタの騒音のうるさを評価する場合には、全体の大きさのみで判断していないためである。複写機やプリンタは機構の複雑さから様々なタイミングで発生する様々な音から構成されており、騒音の官能評価を行ったところ、音に含まれている純音やうなりあるいは広帯域音が気になる音として抽出され、うるささ評価に大きく影響していることが分かった。純音やうなりあるいは広帯域音は周波数波形にその特徴が表れる。これらの音を図を用いて説明する。

【0004】図4は代表的なプリンタが稼働中に発生する騒音の周波数分析結果を示す図である。この図において、横軸は周波数、縦軸は音圧レベルを表しており、周波数軸における音圧レベルの分布を示している。ここ

3

で、丸で囲んだ部分が純音であり、他の周波数領域よりも音圧レベルが大きく突出している。この純音はたとえばスキャナモータなどの高速回転や電磁波により発生する。また、周波数の近接した純音は互いに干渉することとなりとして認識される。広帯域音は斜線の部分で示す音であり、これはたとえばファンなどの排気により発生するエアフロー系の音である。

【0005】人は、純音の存在により甲高さを感じ、うなりの存在により変動感を感じ、低周波成分を多く含む広帯域音により重苦しさを感知、高周波成分を多く含む広帯域音によりざらつき感を感じる。本明細書ではこれらの音による人が感じるうらさを総称してなめらかさと称することにする。

【0006】このような周波数波形の特徴となめらかさとの相関を調べるため、官能評価を行った。図5は周波数波形の特徴となめらかさとの相関を分析した結果を示す図であって、(A)は周辺との音圧差に対するなめらかさを示し、(B)は2次式への合致度に対するなめらかさを示している。

【0007】まず、純音の効果を調べるため、周波数が900Hzおよび2500Hzの純音について、その大きさを覚えてピンクノイズに加えたときのなめらかさを評価した。被験者には甲高さ、変動感、重苦しさを、ざらつき感をなめらかさとして総合評価してもらい、評価結果を量的に表現してもらった。図5(A)に示したように、周辺の周波数スペクトルから突出している純音の大きさ(突出レベル)を変えて、なめらかさの変化を調べた結果、純音はその音圧レベルに比例してなめらかさが変わることが分かった。

【0008】次に、広帯域音について、周波数構成を変えた音について官能評価したところ、なめらかさが異なる結果が得られた。評価結果の分析より以下のことが分かった。純音やうなりがない、すなわち周波数波形で突出した成分がない方がなめらかだと感じる。図5(B)に示したように、周波数構成を変えた音を周波数分析したときに対数の周波数軸と音圧レベルとの関係を多項式で近似して、実波形とその近似波形との差分となめらかさとの関係を調べた結果、多項式、特に2次式で近似できる場合に、なめらかだと判断することがわかった。

【0009】このように、周波数波形に着目して音の評価するためのものとして、たとえば特開平3-82922号公報が知られている。特開平3-82922号公報によれば、騒音波形を周波数成分に分析して、周波数成分ごとの音圧レベルについて時間的な変動量を求めている。この方法は空調機の送風音など、各周波数成分の時間変動がうらさに影響を及ぼしている音の評価に適している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平3-82922号公報に記載のものでは、周波数成分間

4

の関係の評価していないため、複写機やプリンタなどの騒音に適用して周波数波形のなめらかさを調べることはできないという問題点があった。

【0011】本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、複写機・プリンタなどから発生する騒音の周波数波形のなめらかさを音質として評価する音質評価装置および音質評価方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明では上記問題を解決するために、騒音の音質を物理量で評価する音質評価装置において、評価対象とする音を採取して電気信号に変換する評価対象音取得手段と、前記電気信号を周波数分析して得られる周波数波形からそのなめらかさを定量化する周波数波形評価手段と、を備えていることを特徴とする音質評価装置が提供される。

【0013】このような音質評価装置によれば、周波数波形評価手段が、電気信号を周波数分析した周波数波形のなめらかさを定量化し、周波数波形のなめらかさを音質として抽出する。これにより、人が感じる周波数波形のなめらかさという特徴を抽出することが容易になる。

【0014】また、本発明によれば、騒音の音質を物理量で評価する音質評価方法において、評価対象とする音を採取して電気信号に変換し、前記電気信号を周波数分析し、周波数分析により得られた周波数波形からそのなめらかさを定量化する、ことからなる音質評価方法が提供される。

【0015】この音質評価方法では、周波数分析ステップにおいて電気信号が周波数分析されて周波数波形が出力され、なめらかさを定量化するステップにおいてその周波数波形のなめらかさが定量化される。これにより、人が感じる周波数波形のなめらかさという特徴を音質として抽出することが容易になる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の音質評価装置の構成例を示す図である。この図において、音質評価装置は、マイクロホン1と、A/D変換器2と、データ記憶器3と、特徴量算出装置4とによって構成される。

【0017】マイクロホン1は複写機やプリンタの騒音を集音して電気信号に変換するもので、その出力はA/D変換器2に入力されて、電気信号がデジタル信号に変換される。A/D変換器2の出力はデータ記憶器3に入力され、一時的に記憶される。データ記憶器3の例としては、たとえばDAT (Digital Audio Tape)、MD (Mini Disc)、パーソナルコンピュータに接続されたハードディスク装置や磁気記録装置などがある。そして、デジタル信号に変換された騒音信号は、特徴量算出装置4に入力されてなめらかさを評価する物理量が算出される。

【0018】この特徴量算出装置4は、たとえば、等価

5

騒音レベル、ラウドネスレベル、シャープネスなどの計算を行う音響解析ソフトウェアおよびそのソフトウェアを実行するコンピュータによって構成することができる。特徴量算出装置4においてなめらかさを定量化する方法としては、ここでは、周波数波形評価部40を備えている。この周波数波形評価部40は、周波数分析部41と、聴感補正演算部42と、近似波形演算部43と、波形比較部44と、寄与率演算部45と、差分演算部46とを有している。

【0019】周波数分析部41は入力された騒音信号を周波数分析して周波数波形の情報を得るもので、周波数波形をオクターブバンド分析し、中心周波数を対数に変換した周波数軸に対して音圧レベルを表すようにしている。これは、人の聴覚の臨界帯域がオクターブバンドの帯域と似ているためと、これより周波数間隔を狭くすると、純音の存在が近似に影響しすぎて、人が聴く感覚と乖離するためである。周波数分析部41の出力は聴感補正演算部42に入力される。聴感補正演算部42はその周波数波形の情報に対して人が聴いた音の感覚に合わせる聴感補正を行う。この聴感補正としては、たとえば騒音測定でよく用いられるA特性補正が挙げられる。これは周波数波形を評価する上で、聴感補正を行うことにより、より人が聴いた感じと対応する周波数波形の評価が可能となるためである。聴感補正された周波数波形の情報は近似波形演算部43に入力される。近似波形演算部43は周波数波形の回帰分析を行って近似波形を演算する。波形比較部44は周波数分析された実際の波形とこれより求められたなめらかな近似波形との比較を行う。寄与率演算部45は近似波形の寄与率を演算するもので、周波数波形をなめらかな近似波形で近似できる度合いという量に定量化することができ、なめらかさの特徴をより精度高く求めるものである。差分演算部46は実際の周波数波形と近似波形との差分を演算するもので、なめらかさを実際の周波数波形と近似波形との乖離量として表すことができ、なめらかさの特徴をより精度高く求めるものである。

【0020】次に、この音質評価装置の動作について説明する。まず、マイクロホン1で集音されて電気信号に変換された複写機やプリンタの騒音は、A/D変換器2においてデジタル信号に変換され、データ記憶器3において一時記憶される。このデジタル信号に変換された騒音の電気信号は、特徴量算出装置4の周波数波形評価部40に入力される。周波数波形評価部40では、まず、周波数分析部41において、入力された電気信号はオクターブバンド分析される。オクターブバンド分析の結果、周波数分析部41からは各バンドの中心周波数と音圧レベルの値とが出力される。次に、聴感補正演算部42では、その音圧レベルの値に対してA特性聴感補正が行われる。

【0021】図2は周波数分析部によるオクターブバン

6

ド分析に音圧レベルの聴感補正を行った結果を示した図であって、(A)は代表的な複写機の稼働音の聴感補正後のオクターブバンド分析結果を示し、(B)は代表的なプリンタの稼働音の聴感補正後のオクターブバンド分析結果を示している。これらの図のオクターブバンドの周波数範囲において、最小中心周波数を125Hzとしている。これは、これより低周波の領域、すなわち周波数が90Hz以下の周波数領域は暗騒音の影響を強く受けることと、人間の聴感としての感覚が悪いことから決めている。もちろん、測定環境が良い場所では、90Hz以下のデータを用いても構わない。また、最大中心周波数は8000Hzにしているが、これは、これより高周波の領域、すなわち周波数が11200Hz以上の周波数領域は人間の聴感としての感覚が悪いことから決めている。

【0022】次に、各バンドの中心周波数と聴感補正演算部42にて聴感補正された音圧レベルの値とは近似波形演算部43に送られる。近似波形演算部43では、入力された各バンドの中心周波数および音圧レベルの値から近似計算により、周波数波形の近似波形を求める。この近似波形演算部43による近似計算の結果を図3に示す。

【0023】図3は近似波形演算部による近似演算の結果を示した図であって、(A)は代表的な複写機の稼働音のオクターブバンド分析結果より2次式で回帰分析を行った結果を示し、(B)は代表的なプリンタの稼働音のオクターブバンド分析結果より2次式で回帰分析を行った結果を示している。これらの図において、横軸の周波数は対数値で表している。また、近似波形演算部43により求められた周波数波形の近似波形は曲線で示し、この近似計算の基となる音圧レベルの値は黒丸で示してある。なお、近似波形演算部43では、周波数波形を対数に変換した周波数軸に対して、2次式で近似するようにしているが、これは、対数の周波数軸で評価した方が周波数波形のなめらかさの評価を容易にすること、および2次式以外の式よりも2次式で近似したほうが人が感じるなめらかさとの対応が良いためである。

【0024】近似波形演算部43による近似計算は、中心周波数の対数値を x_1 、中心周波数の対数の2乗値を x_2 、音圧レベルの値を y として、回帰分析を行う。 y の x_1 と x_2 による予測値は、

【0025】

【数1】

$$\hat{y} = a + b \times x_1 + c \times x_2 \quad \dots (1)$$

【0026】と表されるので、まず、係数 a 、 b 、 c を求めた後、予測値を計算することになる。この係数 a 、 b 、 c は最小二乗法の原理から導かれた次の連立方程式を解くことにより求まる。

【0027】

【数2】

$$\left. \begin{aligned} S_{11} \times b + S_{12} \times c &= S_{1y} \\ S_{12} \times b + S_{22} \times c &= S_{2y} \\ a &= \bar{y} - (b \times \bar{x}_1 + c \times \bar{x}_2) \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

ただし、 \bar{y} 、 \bar{x}_1 、 \bar{x}_2 は y 、 x_1 、 x_2 の平均値である。

【0028】この式において、 S_{11} は x_1 の平方和、 S_{22} は x_2 の平方和、 S_{12} は x_1 と x_2 の積和、 S_{1y} は x_1 と y の積和、 S_{2y} は x_2 と y の積和である。次に、近似波形演算部43により近似計算された近似波形データは波形比較部44に送られ、実波形データと比較される。すなわち、波形比較部44では、音圧レベルの値 y と予測値との比較が行われる。次に、実波形と近似波形とのデータは寄与率演算部45および差分演算部46において寄与率と差分とがそれぞれ計算される。

【0029】寄与率演算部45においては、 y の平方和と回帰平方和とから寄与率 r^2 が求められる。すなわち、

【0030】

【数3】

$$r^2 = \Sigma (\hat{y} - \bar{y})^2 / \Sigma (y - \bar{y})^2 \dots (3)$$

【0031】また、差分演算部46においては、波形比較部44による比較結果を用いて差分 D が次式によって求められる。

【0032】

【数4】

$$D = \Sigma |y - \hat{y}| \dots (4)$$

【0033】この方法で2種類の騒音を分析した図3の例によれば、(A)の複写機音では、各バンドの中心周波数を対数に変換して各バンドの音圧レベルとの関係について2次式で回帰分析した結果、このときの回帰分析の寄与率は0.985であった。また、バンドの実測値と近似計算の値との差の絶対値を積算することで求めた差分は9.96であった。一方、図3(B)のプリンタ音においては、寄与率は0.909、差分は14.0であった。

【0034】このようにして得られた寄与率および差分は、好ましくは、評価対象音について同時に求めた等価騒音レベル等と組み合わせられ、周波数波形のなめらかさを加味した物理的特徴量を求めることにより、複写機やプリンタの稼働音の心理的なうるささの官能評価をすることが可能になる。

【0035】以上、本発明の好適な実施の形態について詳述したが、本発明はこの特定の実施の形態に限定されるものではない。たとえば、上記の実施の形態においては、複写機などの騒音波形をマイクロホン1、A/D変換器2およびデータ記憶器3にて取得したが、騒音計を利用してその出力信号を特徴量算出装置4に入力するよ

うにしてもよい。

【0036】また、特徴量算出装置4において、なめらかさを定量化する周波数波形評価部としては、寄与率および差分を求める構成にしたが、周波数分析結果の各周波数の音圧を平均からのずれと考えて標準偏差を演算する構成にすることができる。または、周波数波形評価部として、各周波数の音圧を平均からのずれと考えて分布の尖度を演算する構成にすることもできる。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、評価対象とする音を周波数分析して得られる周波数波形のなめらかさを定量化する周波数波形評価手段またはステップを備えるように構成した。これにより、人が感じる周波数波形のなめらかさという特徴を音質として抽出し、評価することが容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の音質評価装置の構成例を示す図である。

【図2】周波数分析部によるオクターブバンド分析に音圧レベルの聴感補正を行った結果を示した図であって、(A)は代表的な複写機の稼働音の聴感補正後のオクターブバンド分析結果を示し、(B)は代表的なプリンタの稼働音の聴感補正後のオクターブバンド分析結果を示している。

【図3】近似波形演算部による近似演算の結果を示した図であって、(A)は代表的な複写機の稼働音のオクターブバンド分析結果より2次式で回帰分析を行った結果を示し、(B)は代表的なプリンタの稼働音のオクターブバンド分析結果より2次式で回帰分析を行った結果を示している。

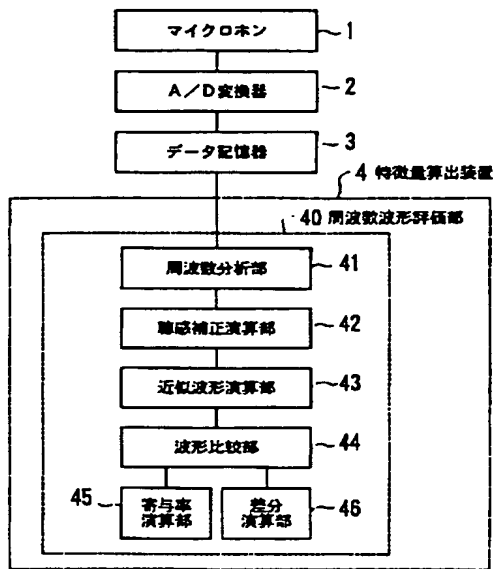
【図4】代表的なプリンタが稼働中に発生する騒音の周波数分析結果を示す図である。

【図5】周波数波形の特徴となめらかさとの相関を分析した結果を示す図であって、(A)は周辺との音圧差に対するなめらかさを示し、(B)は2次式への合致度に対するなめらかさを示している。

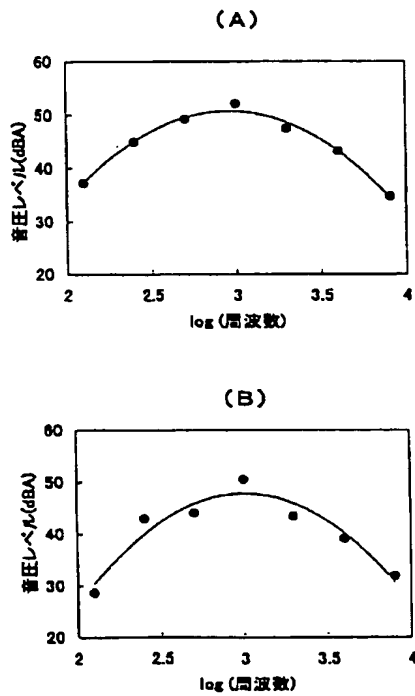
【符号の説明】

- 1 マイクロホン
- 2 A/D変換器
- 3 データ記憶器
- 4 特徴量算出装置
- 40 周波数波形評価部
- 41 周波数分析部
- 42 聴感補正演算部
- 43 近似波形演算部
- 44 波形比較部
- 45 寄与率演算部
- 46 差分演算部

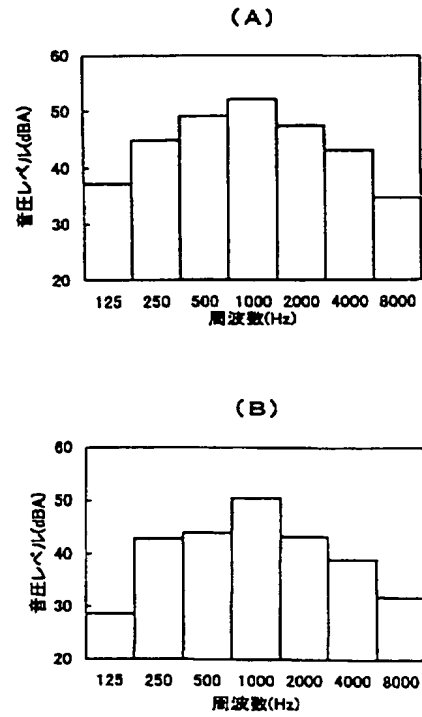
【図1】



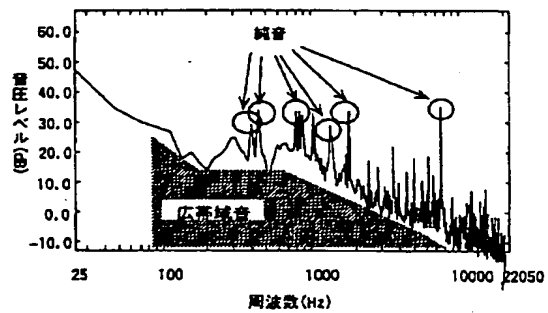
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

